

Table des matières

1	Objectifs pédagogiques de la LC	1
2	Objectifs et messages forts de la LC (disciplinaire)	1
3	Introduction générale de la leçon	1
4	Proposition de plan	2
4.1	Teneur en ions d'une solution	2
4.2	Dosage par titrage conductimétrique : méthode chimique.	2
5	Conclusion et ouvertures possibles :	2
6	Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels	2
7	Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon	2
8	Bibliographie pour construire la leçon	2
9	Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique	2
10	Critique des choix pédagogiques de la leçon	2

1 Objectifs pédagogiques de la LC

- ▷ Mise en évidence de différentes méthodes d'analyse physiques et chimiques pour identifier une espèce chimique et remonter à une concentration ou une quantité de matière.
- ▷ Introduire la notion de conductance ou de conductivité.
- ▷ Suivi d'un titrage à l'aide d'un appareil de mesure.

2 Objectifs et messages forts de la LC (disciplinaire)

- ▷ Mis en oeuvre d'un titrage à l'aide d'un instrument de mesure (conductimètre).
- ▷ Etablir un tableau d'évolution des quantités de matière au cours de la réaction de titrage.
- ▷ Méthode physique (dosage par étalonnage). Méthode chimique (titrage avec une réaction).

3 Introduction générale de la leçon

Le 05 Août 2015, deux employés de l'agence américaine de protection de l'environnement ont déversé accidentellement 11 millions de litre de déchets liquides (arsenic, métaux lourds : plomb, aluminium, cuivre) dans le fleuve du Colorado.

En 5 jours, le liquide toxique a parcouru plus de 160 km du Colorado au Texas et a causé de nombreux soucis quant à la potabilité de l'eau des régions touchées.

Cet événement illustre dès lors parfaitement l'enjeu des critères de qualité d'une eau et les méthodes pour analyser une eau (identifier les espèces chimiques ou évaluer leur concentration).

Identification ok avec la spectroscopie IR.

4 Proposition de plan

4.1 Teneur en ions d'une solution

- ▶ Conductance et conductivité
- ▶ La loi de Kohlrausch
- ▶ Méthode physique : dosage par étalonnage conductimétrique.

Transition didactique : Il existe des méthodes chimiques avec une réaction, le titrage conductimétrique...

4.2 Dosage par titrage conductimétrique : méthode chimique.

- ▶ Teneur en ions chlorure d'une bouteille de Saint Yorre.
- ▶ Incertitude : Méthode de Monte Carlo.

5 Conclusion et ouvertures possibles :

Ouverture sur la notion de pH qui permet également de suivre une réaction de titrage acido-basique. Cela joue sur des systèmes (tel que la couleur des hortensias). Utilisation d'un pHmètre.

6 Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels

- ▷ Bien justifier ses choix pédagogiques parce qu'il y a ENORMEMENT DE CHOSES A DIRE!!
- ▷ On peut parler de la spectroscopie IR, UV visible, manométrie, conductivité, pH.

7 Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon

- ▷ Identifier une molécule par spectroscopie IR ou de part son spectre UV visible..

8 Bibliographie pour construire la leçon

- ▷ *Physique Chimie, enseignement de spécialité*, Sirius, Nathan, Bac 2021.

9 Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique

- ▷ Montrer la différence de conductivité entre une eau riche en ions et une eau déionisée.
- ▷ Titrer les ions chlorure dans une eau de Saint Yorre.
- ▷ Modéliser l'évolution des quantités de matière lors d'un titrage. Calcul d'incertitude.

10 Critique des choix pédagogiques de la leçon

On ne peut pas parler de tout. Donc il faut faire des choix. J'ai préféré me focaliser sur la conductimétrie qui englobe les réactions avec des espèces ioniques (dont les réactions acide/base, la pHmétrie est donc plus restrictive).

- POUR PRÉPARER CETTE LEÇON, IL FAUT BIEN JUSTIFIER SES CHOIX PÉDAGOGIQUES ! -

I / Teneur en ion d'une solution

1 / Conductance et conductivité

- ▶ On considère ici une solution électrolytique, c'est-à-dire contenant des ions (Cl^- , Na^+)
 - ▶ On remarque que la cellule conductimétrique se comporte comme un conducteur ohmique
- D'après la loi d'Ohm :
$$u = R i = \frac{i}{G}$$

On définit la conductance G ,

$$G = \frac{i}{u}$$

G en Siemens (S)
 i (en A)
 u (en V)

- ▶ G dépend de S (aire), l (distance), ions (concentration), T (température).

On définit la conductivité σ ,

$$\sigma = G \frac{l}{S}$$

σ (en $S \cdot m^{-1}$)
 S (en m^2)
 l (en m)

- ▶ Elle se mesure à l'aide d'un conductimètre. et ne dépend que des ions et de T

Petite Expérience sur les solutions. (ionisée / déionisée).

⊙ l grand, ⊕ c'est long, ⊙ R grand ⊕ G petit " // K varie par adsorption de molécules, rayures
 ⊙ S grand, ⊕ c'est large, ⊙ R petit ⊕ G grand "

Fig. 1 – Cours 1

2/ loi de Kohlrausch

Dans une solution électrolytique contenant i ions de concentration $[X]_i$, on a

$$\sigma = \sum_i \lambda_i [X]_i$$

$[X]_i$ concentration de l'ion i ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$) $1\text{L} = 1\text{dm}^3$
 λ_i conductivité molaire ionique ($\text{S m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) $1\text{mol L}^{-1} = 10^3 \text{mol m}^{-3}$

- ▶ $\lambda_i(T, \text{ion}) \rightarrow$ approximation par les solutions diluées = $\lambda_i = \lambda_i^0 = \lim_{[X]_i \rightarrow 0} [X]_i$
- ▶ Analogie avec Beer-Lambert

3/ Dosage par étalonnage conductimétrique

On peut réaliser un dosage par étalonnage en mesurant la conductivité d'une solution électrolytique contenant un seul soluté (un seul solide ionique dissout) (mais...)

II - Dosage par titrage conductimétrique

1/ Teneur en ions chlorure d'une bouteille de Saint-Forre

Δ Si la réaction de support de titrage met en jeu des ions, on peut repérer d'équivalences extrinsèques (V_{verre}) Δ

La réaction de support du titrage est:



▶ Eau de Saint-Forre = $\text{Ce}^- (V_0, C_0)$ (+ dilution)
= 20 mL

▶ Solution titrante = $\text{Ag}^+, \text{NO}_3^- (V_{\text{verre}}, C = 0,025 \text{ mol/L})$

▶ À l'équivalence = $\frac{n(\text{Ce}^-)}{1} = \frac{n(\text{Ag}^+)}{1} \rightarrow C_0 V_0 = C V_{\text{eq}}$ donc $C_0 = \frac{C V_{\text{eq}}}{V_0}$

donc $C_m(\text{Ce}^-) = M(\text{Ce}^-) \frac{C V_{\text{eq}}}{V_0}$

1^{er} Code Python :

▶ loi de Kohlrausch =

$$\sigma = \sum_i \lambda_i [X]_i = \lambda_{\text{Ce}^-} [\text{Ce}^-] + \lambda_{\text{Ag}^+} [\text{Ag}^+] + \lambda_{\text{NO}_3^-} [\text{NO}_3^-] + \sigma_0$$

Δ diluée

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda_{\text{Ce}^-} &= 7,6 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \\ \lambda_{\text{Ag}^+} &= 6,2 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \\ \lambda_{\text{NO}_3^-} &= 7,1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned} \right.$$

Fig. 2 – Cours 2

<u>Espèces Chimiques</u>	$Cl^{-}(aq)$ titré	$Ag^{+}(aq)$ titrante	$NO_3^{-}(aq)$ ions spectateurs	$AgCl(s)$ produit
Initialement dans le bécher	$C_0 V_0$	0	0	0
Pour $V < V_{eq}$	$C_0 V_0 - C V_{versé}$	0	$C V_{versé}$	$C V_{versé}$
Pour $V = V_{eq}$	0	0	$C V_{eq}$	$C V_{eq}$
Pour $V > V_{eq}$ (Δ consommé)	0	$C(V_{versé} - V_{eq})$	$C V_{versé}$	$C V_{eq}$

(Δ On mesure le qté à chaque volume versé)

Fig. 3 – Cours 3